

P R I O R   A R T   I N F O R M A T I O N   L I S T

<b>Your Case No.</b>	
<b>Our Case No.</b>	<b>PA01 – 18FT – USA</b>

<b>Publication No.</b>	<b>Date of Publication</b>	<b>Concise Explanation of the Relevance</b>
JP 11234212 A	August 27, 1999	Abstract

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-234212

(43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl. H04B 10/14  
H04B 10/06  
H04B 10/04  
H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04B 10/17  
H04B 10/16  
H04Q 3/52

(21)Application number : 10-032954

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 16.02.1998

(72)Inventor : IZUMI FUTOSHI

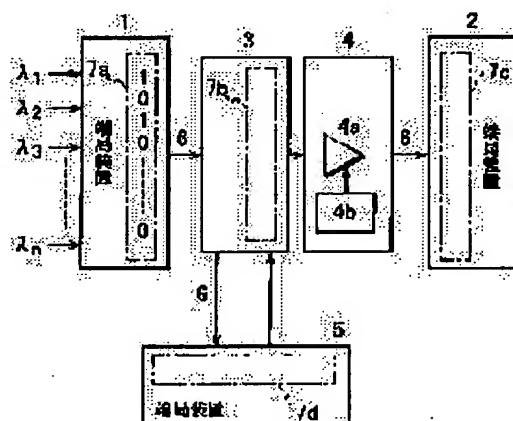
## (54) WAVELENGTH MULTIPLEX OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To facilitate the management, collision or retrieval of the wavelength of a wavelength multiplex optical signal, to stabilize the control of an optical amplifier and to facilitate the retrieval of a transmission route concerning a wavelength multiplex optical transmission system provided with terminal station equipment, an optical cross connector and a repeater or the like.

**SOLUTION:** Concerning the wavelength multiplex optical transmission system connecting optical transmission equipment such as terminal station equipments 1, 2 and 5, and optical cross connector 3 and an optical amplifier 4 through an optical transmission line 6, this system is provided with configuration for sending wavelength accommodation vectors 7a-7d composed of a bit stream, for which the bit corresponding to the used wavelength of wavelengths  $\lambda_1 - \lambda_n$  is '1', to the opposed optical transmission equipment, and the optical amplifier 4

performs control so as to provide a light output level corresponding to the number of used wavelengths by controlling an optical amplifying part 4a while finding the number of used wavelength by adding the bit of '1' of the wavelength accommodation vector through an optical amplification control part 4b. Besides, a reception state vector indicating the reception wavelength corresponding to the wavelength accommodation vector is returned to the side of transmission and collated with the wavelength accommodation vector so that it can be discriminated whether the optical signal is normally received or not.



## LEGAL STATUS

◀ [Date of request for examination] 28.03.2001  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-234212

(43)公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 B 10/14

H 0 4 B 9/00

S

10/06

H 0 4 Q 3/52

C

10/04

H 0 4 B 9/00

E

H 0 4 J 14/00

J

14/02

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平10-32954

(22)出願日

平成10年(1998) 2月16日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 泉 太

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外2名)

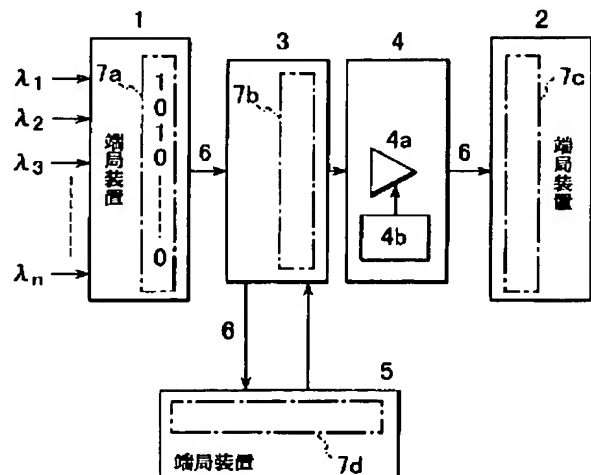
(54)【発明の名称】 波長多重光伝送システム

(57)【要約】

【課題】 端局装置、光クロスコネクタ装置、中継器等を含む波長多重光伝送システムに関し、波長多重光信号の波長の管理、衝突、検索等を容易とし、光増幅器の制御の安定化並びに伝送ルートの検索を容易にする。

【解決手段】 端局装置1、2、5と、光クロスコネクタ装置3と、光増幅器4等の光伝送装置間を光伝送路6を介して接続し波長多重光伝送システムであって、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の中の使用波長に対応するビットを“1”としたビット列からなる波長収容ベクトル7a~7dを対向する光伝送装置に送出する構成を備え、光増幅器4は、光増幅制御部4bにより波長収容ベクトルの“1”のビットの加算等により使用波長数を求めて光増幅部4aを制御して、使用波長数に対応した光出力レベルとなるように制御する。又波長収容ベクトルに対応して受信波長を示す受信状態ベクトルを送信側に返送し、波長収容ベクトルと照合することにより、光信号の正常受信可否かを判定することができる。

本発明の実施の形態の波長多重光伝送システムの説明図



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 端局装置、光クロスコネクト装置、挿入分岐装置、中継器等の光伝送装置を介して波長多重光信号を送信する波長多重光伝送システムに於いて、前記光伝送装置は、複数の波長をビット列と対応させたベクトルを、光信号からなる監視制御信号により光信号の主信号と共に前記光伝送装置間で伝送し、受信した前記ベクトルを該ベクトルを対角要素とするパス行列による処理によって変換したベクトルを次段の光伝送装置に送信する構成を有することを特徴とする波長多重光伝送システム。

【請求項2】 前記波長多重光伝送システムは、光信号を直接増幅する光増幅器を含み、前記ベクトルを主信号の使用波長を示す波長収容ベクトルとして監視制御信号により伝送し、該波長収容ベクトルに従った使用波長数により前記光増幅器の自動レベル制御を行う構成を有することを特徴とする請求項1記載の波長多重光伝送システム。

【請求項3】 前記監視制御信号のみが断となった時に、該断直前の使用波長数を維持して前記光増幅器の自動レベル制御を行う構成を有することを特徴とする請求項2記載の波長多重光伝送システム。

【請求項4】 前記監視制御信号と前記主信号とが断となった時に、使用波長数を零として前記光増幅器の自動レベル制御を行う構成を有することを特徴とする請求項2記載の波長多重光伝送システム。

【請求項5】 前記監視制御信号と前記主信号との断を検出した時に、次装置に対して使用波長数零を示す波長収容ベクトルを送出する構成を有する光伝送装置を備えたことを特徴とする請求項1又は2又は4記載の波長多重光伝送システム。

【請求項6】 前記ベクトルを主信号の使用波長を示す波長収容ベクトルとし、前記光伝送装置は、複数の方路からの波長収容ベクトルを基に使用波長の衝突の有無を検出する構成を有することを特徴とする請求項1又は2記載の波長多重光伝送システム。

【請求項7】 正常受信の波長を前記波長収容ベクトルに対応させた受信状態ベクトルを、前記監視制御信号により送信側に返送する光伝送装置を有することを特徴とする請求項1又は2記載の波長多重光伝送システム。

【請求項8】 同一波長の光信号を分岐して異なる方路の少なくとも何れか一つの方路を介した光信号の受信を確認する時に、前記異なる方路からの総ての受信状態ベクトルのオア条件による受信状態ベクトルを形成して、送信側に返送する光伝送装置を有することを特徴とする請求項1又は6記載の波長多重光伝送システム。

【請求項9】 同一の波長の光信号を分岐して異なる総ての方路の受信を確認する時に、前記異なる方路からの総ての受信状態ベクトルのアンド条件による受信状態ベクトルを形成して、送信側に返送する光伝送装置を有

ることを特徴とする請求項1又は6記載の波長多重光伝送システム。

【請求項10】 受信した前記波長収容ベクトルと、正常受信波長を示す受信状態ベクトルとを各方路対応に照合し、照合不一致により障害個所を判定する光伝送装置を有することを特徴とする請求項1又は6記載の波長多重光伝送システム。

【請求項11】 使用可能波長を検索する為の検索波長ベクトルを監視制御信号により送出し、使用可能波長を示す検索結果と装置IDとを監視制御信号により返送する光伝送装置を有することを特徴とする請求項1記載の波長多重光伝送システム。

【請求項12】 使用可能波長を検索する為の検索波長ベクトルを監視制御信号により送出し、使用可能波長を示す結果と装置IDと前記検索波長ベクトルの受信順番を示すカウンタ値とを監視制御信号により返送する光伝送装置を有することを特徴とする請求項1記載の波長多重光伝送システム。

【請求項13】 前記検索波長ベクトルの受信方向と、該検索波長ベクトルは波長収容ベクトルとを基に新たな検索波長ベクトルを形成して送出し、該検索波長ベクトルに対するレスポンスの受信方向とを記憶する受信方向記憶部を備えた光伝送装置を有することを特徴とする請求項1乃至11の何れか1項記載の波長多重光伝送システム。

【請求項14】 前記検索波長ベクトルの受信方向と、前記新たな検索波長ベクトルに対するレスポンスの受信方向とを前記受信方向記憶部に記憶すると共に、使用可能波長が存在し、経路切替指示に従って該使用可能波長に切替えた後に、前記受信方向記憶部をリセットする構成の光伝送装置を有することを特徴とする請求項1乃至12の何れか1項記載の波長多重光伝送システム。

【請求項15】 使用可能波長を検索する為の検索波長ベクトルと使用可能波長に切替えるか否かを指示する線路切替指示とを監視制御信号により送出する構成の光伝送装置を有することを特徴とする請求項12又は13記載の波長多重光伝送システム。

【請求項16】 前記監視制御信号の送受信のデータリンク確立時に、対向する光伝送装置の装置IDの値の大小に応じて、網側と端末側との選択設定を行う構成の光伝送装置を有することを特徴とする請求項1乃至15の何れか1項記載の波長多重光伝送システム。

【請求項17】 複数の端局装置の中の1端局装置をマスタ局とし、他の端局装置をスレーブ局とし、マスタ局又は該マスタ局からの許可によって、検索波長ベクトルを用いたパス探索やルート検索を行い、マスタ局の障害によりスレーブ局の一つをマスタ局とする構成を有することを特徴とする請求項1乃至16の何れか1項記載の波長多重光伝送システム。

【請求項18】 前記光増幅器は、使用波長の増加又は

減少の変更通知により、変更使用波長数に対応した出力レベルとなるように徐々に該出力レベルを制御し、該制御過程に於ける異常時に、前記監視制御信号により異常を通知して、変更前の使用波長数に従った出力レベルの制御状態に戻す構成を有することを特徴とする請求項1乃至17の何れか1項記載の波長多重光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、異なる波長の光信号を多重化して伝送する波長多重光伝送システムに関する。大容量伝送として波長多重光伝送システムが知られている。この波長多重光伝送システムは、光信号を送受信する端局装置、指定された波長の光信号の挿入、分離或いは波長間の乗換え等を行う光クロスコネクタ装置や挿入、分離装置、光信号を増幅する光増幅器を含むものである。このような波長多重光伝送システムに於いて、同一波長の光信号の衝突防止等が必要であり、その為の使用波長の管理等が必要とされている。

【0002】

【従来の技術】図19は波長多重光伝送システムの概要説明図であり、201、202は波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号を多重化して送受信する端局装置、203は光クロスコネクタ装置、204は光増幅器、205は光伝送路を示す。光クロスコネクタ装置203は、光信号の波長変換を含む入方路から出方路へのクロスコネクタの設定と、光信号の分岐、挿入とを行う機能を備えており、例えば、波長 $\lambda_x$ の光信号の分岐、挿入を行うことができる。又1個のみ図示しているが、ネットワークの規模に応じて複数個接続される場合がある。又光フィルタを利用して光信号の分岐、挿入の機能のみを行う構成(ADM; Add Drop Module)を用いる場合もある。

【0003】又光増幅器204は、光クロスコネクタ装置203内或いは光伝送路205の所定距離毎の中継器に設けられ、波長多重された光信号のまま増幅するもので、例えば、希土類ドープ光ファイバに、受信光信号と共に励起光を入力することにより受信光信号を増幅し、励起光パワーの制御によって増幅出力光信号のレベル制御を行う構成が一般的である。

【0004】この光増幅器205は、通常は、前述のように、励起光を発生する半導体レーザの電流制御等による自動レベル制御(ALC)によって出力光レベルが一定となるように制御される。この場合、波長多重光信号の中の或る波長の光信号が断となると、出力光レベルを一定とする為に、他の波長の光信号を必要以上に増幅することになる。それによって、波長間の干渉が大きくなったり、受信側に於ける波長対応のレベル変動により受信誤りが発生する可能性が大きくなる。反対に、使用波長数を増加した場合は、出力光レベルを一定とする為に、他の波長の光信号を含めて波長対応のレベルが低く

なる。

【0005】そこで、波長多重光信号を分波し、波長対応にフォトダイオード等によるモニタを設け、このモニタによる検出信号によって、波長対応に使用中か未使用中かを判定する。従って、或る波長の光信号の断を検出することができる。又他の波長の光信号の使用開始を検出することができる。それにより、使用中の波長数を求めることができるから、その使用中の波長数を基に光増幅器205の自動レベル制御を行う構成が考えられる。

【0006】又波長対応の周波数を用いて光信号を変調し、この光信号を波長多重して送信する。光増幅器205に於いては、光信号を電気信号に変換する1個のモニタと、変調周波数対応のフィルタを設ける。このフィルタにより波長対応の信号を抽出して、光信号の断或使用開始を検出することができる。従って、使用中の波長数を求めて、その使用中の波長数を基に光増幅器205の自動レベル制御を行う構成が考えられる。

【0007】又端局装置201、202に於いて、システム立上げ時等に、使用波長数を光増幅器205に制御情報等によって通知する。光増幅器205は、使用波長数を基に自動レベル制御を行う。又システム運用中に、使用開始又は使用中の波長が存在する時は、制御情報等によって光増幅器205に通知する構成が提案されている。従って、光増幅器205は、この制御情報を抽出して波長数の変化に対応した自動レベル制御を行うことができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述の光増幅器205の自動レベル制御について、波長対応のモニタを設ける場合は、波長多重の波長数が多くなると、回路規模が大きくなり、コストアップとなる問題がある。又前述のフィルタを用いる構成は、光信号から電気信号に変換するモニタが1個で済むことになる。しかし、波長対応の周波数により変調するものであるから、その周波数対応のフィルタを必要とすることになり、回路規模が大きくなると共にコストアップとなる問題がある。

【0009】又端局装置201、202から使用波長数を制御情報等によって、光増幅器205に通知する構成は、比較的廉価な構成とすることが可能である。しかし、光増幅器205に於いては、制御情報等を受信識別し、ソフト処理によって使用波長数を識別し、その使用波長数に従った自動レベル制御を行うことになり、ソフト処理等による時間を必要とし、波長数の変化時点と自動レベル制御の変更時点とを一致させることが困難となり、光信号のレベルが一瞬高く或いは低くなる。このような光信号レベルの急変によって、受信側に於けるバーストエラーが発生する可能性が大きくなる。

【0010】又光クロスコネクタ装置203を含む波長多重光伝送システムに於いては、光クロスコネクタ装置203を介して複数の端局装置が相互に接続される状態

となり、使用波長数を総ての光増幅器205に制御情報等によって通知することは困難となる。特に、光クロスコネクタ装置203により波長変換、方路切替えを行うことになるから、光増幅器205の自動レベル制御を安定に行わせることが困難となる。又波長多重光伝送システムが大規模且つ複雑な構成となると、同一の波長の光信号を異なる端局装置が使用する可能性があり、その場合は光信号の衝突が発生し、正常な伝送が不可能となる問題がある。

【0011】又複数の端局装置を有する波長多重光伝送システムに於いては、同一の波長を使用して光信号を送信した場合、光クロスコネクタ装置等に於いて光信号の衝突が発生する。そこで、新たに使用する波長が衝突しないか否かを、総ての端局装置に問い合わせることになるが、システム規模が大きくなると、簡単には使用可能波長を探すことができない問題がある。本発明は、使用波長の管理、通知を容易とし、光増幅器の制御や伝送ルートの検索等を可能とすることを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の波長多重光伝送システムは、端局装置1、2、5、光クロスコネクタ装置3、挿入分岐装置、中継器等の光伝送装置を介して波長多重光信号を伝送する波長多重光伝送システムであって、複数の波長をビット列と対応させたベクトル、例えば、使用波長を“1”とし未使用波長を“0”としたビット列の波長収容ベクトル7a、7b、7c、7dとして、光信号による監視制御信号により送信する。従って、ビット列中の“1”の数により使用波長数が得られ、ハード処理により光増幅器の制御が可能となる。又前記ベクトルを対角要素としたパス行列による処理によって、波長収容ベクトル等を容易に形成可能であり、又同一波長の使用による衝突検出を可能とする。

【0013】又波長収容ベクトルを伝送する監視制御信号のみが異常の場合は、その直前の使用波長数に従って光増幅器を制御し、主信号と共に監視制御信号も異常となった場合は、使用波長数を零として光増幅器の制御、即ち、光増幅動作を停止させ、後段の装置に対する波長収容ベクトルは、使用波長数0として送出する。

【0014】又受信端局装置側で受信波長を受信状態ベクトルとして送信端局装置側へ送信し、送信端局装置側で正常受信か否かの判定を行う。この受信状態ベクトルを、光クロスコネクタ装置やADM装置に於いても返送し、装置間の光信号の正常受信の確認を行うことができる。又使用可能波長を検索する検索波長ベクトルをコマンドと共に送信し、未使用波長を示すレスポンスによって、送信端局装置で新たに送信を行う波長を検索する。又経路切替指示を含む検索波長ベクトルを送信し、使用可能波長が存在する時に、光クロスコネクタ装置やADM装置に於いてその使用可能波長を使用波長とするように切替える。

【0015】又データリンク確立時に、装置IDの送受信により網側と端末側との選択設定を行う。それにより、接続構成が複雑化したネットワークに於ける端局装置間の網／端設定を行うことができる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施の形態の波長多重光伝送システムの説明図であり、1、2は端局装置、3は光クロスコネクタ装置、4は光増幅器、4aは光増幅部、4bは光増幅制御部、5は端局装置、6は光伝送路、7a～7dは監視制御信号により伝送する使用波長を例えば“1”、未使用波長を“0”で示す波長収容ベクトルである。端局装置1、2、5はそれぞれ波長多重光信号の送受信を行う構成を有し、又光クロスコネクタ装置3は、入方路と出方路との設定、波長変換、分岐、挿入等の機能を有する。

【0017】又光増幅器4は、希土類ドープ光ファイバ等による光増幅部4aと、光増幅制御部4bとを含み、光増幅制御部4bは、使用波長数を示す監視制御信号を基に、即ち、波長収容ベクトルを構成するビット列の使用波長を示す“1”をハードウェアによって加算して使用波長数を求め、この使用波長数に従った増幅出力レベルを設定して、励起光パワーを制御し、自動レベル制御を行う構成とすることができる。又端局装置1、2、5と光クロスコネクタ装置3と光増幅器4とは、システムの規模に対応して複数個設けられるものである。又光クロスコネクタ装置3は、従来例と同様に、ADM装置とすることができる。

【0018】システムとして使用可能な波長を $\lambda_1 \sim \lambda_n$ とすると、 $1 \sim n$ ビット目と使用波長とを対応させたビット列からなる波長収容ベクトル7a～7dを形成する。例えば、端局装置1から波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_3$ の光信号を多重化して送信する場合、波長収容ベクトル7aは、“1010・・・0”となる。これを波長多重情報として監視制御信号によって送出する。

【0019】監視制御信号は、主信号を波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ により伝送する場合、例えば、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ と異なる波長 $\lambda_s$ により伝送することができる。そして、光クロスコネクタ装置3に於いて、波長 $\lambda_1$ の光信号を分岐し、且つ波長 $\lambda_1$ の光信号を挿入すると、光クロスコネクタ装置3から光増幅器4へ通知する波長多重情報は変化しないものとなる。又光増幅器4に於いては、波長多重情報のビット列により使用波長数を求めることができるから、高速処理が可能であり、使用波長数の変更に対しても迅速に対応することができ、増幅出力レベルの急変等を回避することができる。

【0020】又使用波長数の増減前に、監視制御信号によって増加数又は減少数を通知し、変更された使用波長数に対応した光増幅器4は、光増幅制御部4bにより増幅出力レベルに徐々に変化するように制御して、端局装置1、2、5に於ける使用波長数の増加又は減少を行う

ことができる。そして、光増幅器4の状態を監視し、飽和出力状態等の異常状態を検出した場合、送信側の端局装置へ監視制御信号により異常通知を行い、光増幅器4の増幅出力レベルを前の状態に戻し、又送信側の端局装置も使用波長数の変更を中止する。

【0021】図2はバス行列の説明図であり、(A)に示す光クロスコネクタ装置3の入力端子 $A_1 \sim A_N$ に入力された光信号は、出力端子 $B_1 \sim B_M$ に振分けられて送信される。この時、前述のように、使用可能波長を $\lambda_1 \sim \lambda_n$ とすると、(C)に示すように、 $n$ ビット列に使用波長を“1”、未使用波長を“0”とした波長収容ベクトルを形成し、(B)に示すように、この波長収容ベクトルを対角要素としたバス行列を形成する。

$$* \lambda_{Bj} = P_{ij} * \lambda_i$$

となる行列 $P_{ij}$ を定義する。なお、 $* \lambda_i$ は波長収容ベクトルである。

$$* \lambda_{Bj} = \sum_{i=1}^N P_{ij} * \lambda_i$$

となる。なお、 $\sum_{i=1}^N$ は、 $i=1$ から $i=N$ までの累算を示す。

【0025】図3はバス行列による処理の説明図であり、(A)に示す構成に於いて、入力端子 $A_1 \sim A_N$ 対応に監視制御信号による波長収容ベクトル $* \lambda_1 \sim * \lambda_N$ を受信した場合、(B)に示すように、それぞれの波長収容ベクトル $* \lambda_1 \sim * \lambda_N$ を対角要素として、入力端子 $A_1$ についてはバス行列 $P_{1j}$ 、入力端子 $A_2$ についてはバス行列 $P_{2j}$ 、 $\dots$ 、入力端子 $A_N$ についてはバス行列 $P_{Nj}$ として表すことができる。そして、出力端子 $B_1 \sim B_M$ に於ける波長収容ベクトル $* \lambda_{B1} \sim * \lambda_{BM}$ は、(C)に示すように表すことができる。なお、 $* e_j$ は単位行ベクトルを示す。

【0026】バス行列 $P_{ij}$ に於ける同一の要素が複数存在することを示す場合は、同一の波長が異なる入力端子から入力されて衝突を起こすことを表すことになる。即ち、波長収容ベクトルをビット対応に“1”を加算すると、衝突を起こさない場合は、“1”となるが、衝突を起こす波長は“2”以上となる。例えば、送信端局装置に於いて未使用の波長であっても、波長多重光伝送システムの途中の複数のADM装置や光クロスコネクタ装置等に於いて挿入された光信号が同一波長で衝突を起こすことがあるが、その場合に、前述のバス行列 $P_{ij}$ として処理することにより同一の要素が複数存在するか否かの判定により、衝突の有無を識別することができる。

【0027】又出力端子 $B_i$ からの波長多重光信号の波長数は、その出力端子 $B_i$ の波長収容ベクトル $* \lambda_{Bi}$ を基に、 $|* \lambda_{Bi}|^2$ で与えられる。従って、この波長数を基に、光増幅器4(図1参照)に於ける励起光パワーを制御し、最適な自動レベル制御を行うことができる。

【0028】又上り回線と下り回線との1対の回線により端局装置間で送受信することになる。この場合、受信側となる光クロスコネクタ装置、中継器、ADM装置、

【0022】なお、この場合の対角要素を光信号の波長対応に関連するものとして、 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ として図示している。又非対角要素は総て“0”となる。又端局装置に於いても、入力端子 $A_1 \sim A_N$ を波長対応の入力端子とし、多重化して送出する出力端子の波長収容ベクトルを前述と同様に形成することができる。又分岐、挿入した波長についても、バス行列の処理により、送信方向への波長収容ベクトルを形成することができる。

【0023】前述のバス行列は、次のように定義する。即ち、入力端子 $A_i$  ( $i=1 \sim N$ )に波長 $\lambda_i$ の光信号が入力された時、出力端子 $B_j$  ( $j=1 \sim M$ )に出力される波長収容ベクトルを $* \lambda_{Bj}$  ( $*$ はベクトルを示す記号)とし、他の入力端子からの入力がないとして、

$$\dots (1)$$

【0024】又複数の入力端子からの入力がある場合の出力端子 $B_j$ へ出力される波長収容ベクトル $* \lambda_{Bj}$ は、

$$\dots (2)$$

端局装置に於いて、前述の波長収容ベクトルに対応する受信光信号の波長を示す受信状態ベクトルを形成し、この受信状態ベクトルを送信側に監視制御信号によって送信することができる。それにより、送信側では、目的の波長の光信号が目的の受信側に送信されたか否かを容易に識別することができる。

【0029】受信側の入力端子 $A_i$ に於ける受信状態ベクトルを $* \lambda_{Ri}$ とすると、この入力端子 $A_i$ に対応する出力端子 $B_i$ から送信した波長の受信状態を表している。従って、中継器や光クロスコネクタ装置等に於いて受信状態ベクトル $* \lambda_{Ri}$ をバス行列の処理と同様に処理して送信側に送出することにより、送信端局装置に於いては、受信状態ベクトル $* \lambda_{Ri}$ を基に、自局から送信した各波長の光信号が正常に受信されているか否かを判定することができる。

【0030】又ADM装置や光クロスコネクタ装置等に於いては、或る波長 $\lambda_k$ の光信号を複数に分岐して送信する場合がある。その場合、分岐処理したADM装置や光クロスコネクタ装置は、分岐数に対応した受信側から受信状態ベクトルを受信することになる。現用、予備のように冗長回線として分岐送出を行った場合は、その複数の受信状態ベクトルが波長 $\lambda_k$ について何れか一方のみが正常を示す場合でも、その正常を示す受信状態ベクトルを送信側に返送することになる。しかし、冗長回線として使用するものではない場合は、異常を示す受信状態ベクトルが存在した時に、送信側へ異常発生を監視制御信号等によって通知することができる。従って、光信号の分岐が冗長構成の為か一斉同報等の場合かを分岐点の装置に予め通知して、前述の受信状態ベクトルの処理を選択させることができる。

【0031】図4は本発明の実施の形態の送信部の説明図であり、端局装置や中継器等を含む装置の送信部の要部を示し、 $11-1 \sim 11-n$ は波長変換部(又は電光



変換部E/O)、12-1~12-nは波長制御部、13-1~13-nは光分岐部、14は波長多重部、15は光増幅器(OA)、16は光分岐部、17は光合波部、18は波長分離部、19は出力パワー制御部、20は監視制御信号制御部である。

【0032】設定波長情報が図示を省略した上位装置から波長制御部12-1~12-nに入力され、又波長変換部11-1~11-nに入力された電気信号又は光信号を設定波長情報に従った波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号として出力し、光分岐部13-1~13-nを介して波長多重部14に入力し、波長多重光信号を光増幅器15により増幅し、光分岐部16と光合波部17とを介して光伝送路に送出する。

【0033】又波長分離部18により監視制御信号を伝送する光信号を分離し、出力パワー制御部19は、監視制御信号により伝送された波長収容ベクトルを基に、図示を省略した光増幅器を制御することになり、又監視制御信号を監視制御信号制御部20に転送する。この監視制御信号制御部20は、波長制御部12-1~12-nからの使用波長情報に従って前述の波長収容ベクトルを生成し、バス行列による処理を行い、波長 $\lambda_s$ の監視制御信号を作成し、光合波部17により波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の主信号と合波して、光伝送路に送出する。

【0034】図5は本発明の実施の形態の受信部の説明図であり、端局装置や中継器等を含む装置の受信部の要部を示し、21-1~21-nは波長変換部(又は光電変換部O/E)、22は波長分離部、23は光増幅器(OA)、24は光分岐部、25は監視制御信号制御部である。

【0035】光伝送路を介して受信した波長多重光信号は、光分岐部24と光増幅器23とを介して波長分離部22に入力され、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 対応に分離されて、それぞれ波長変換部21-1~21-nに入力され、受信処理する為の所望の波長に変換されるか又は電気信号に変換される。又その場合の受信状態情報を監視制御信号制御部25に入力する。

【0036】又光分岐部24により波長 $\lambda_s$ の監視制御信号が分波され、監視制御信号制御部25に入力される。又受信部の図示を省略した後段の各部の状態情報等を含む障害情報が入力され、監視制御信号を形成して送信部(図4参照)へ転送する。この場合、送信部の監視制御信号制御部20と受信部の監視制御信号制御部25とを共通化することができる。

【0037】図6は本発明の実施の形態の光クロスコネクタ装置の説明図であり、挿入分岐装置(ADM装置)も同様な構成とするものである。同図に於いて、31、40、42は分波部(WD)、32、39、41は合波部(WM)、33~38は光増幅器(OA)、43は監視制御信号制御部、44は分岐挿入制御部、45は波長収容ベクトル処理部、46は受信状態ベクトル処理部、

47は光増幅制御部、48はフラグ処理等を行う内部処理部、49は光クロスコネクタ部(OXC)又は挿入分岐部(ADM)である。

【0038】波長 $\lambda_s$ の監視制御信号は、分波部31、40、42により分波されて監視制御信号制御部43に入力される。監視制御信号制御部43は、プロセッサ等により構成され、分岐挿入制御部44は、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ による波長多重光信号についてのクロスコネクタ情報等に従って光クロスコネクタ部49を制御する。

【0039】又波長収容ベクトル処理部45は、監視制御信号により伝送された波長収容ベクトルを抽出し、バス行列処理により、分岐挿入制御部44からの分岐、挿入波長を示すクロスコネクタ情報を基に各出力端子対応の波長収容ベクトルを生成し、波長 $\lambda_s$ の監視制御信号として、合波部32、39、41により合波し、光伝送路に送出する。

【0040】又受信状態ベクトル処理部46は、各入力端子対応の受信監視制御信号による受信状態ベクトルを抽出し、前述のように、冗長構成か一斉同報か等の分岐条件情報を基に、受信状態ベクトルを再構成し、波長 $\lambda_s$ の監視制御信号として、合波部32、39、41により合波し、光伝送路に送出する。

【0041】図7は本発明の実施の形態の波長収容ベクトル生成部の説明図であり、51-1~51-Nは波長指定部、52は合成部、53は波長指定レジスタ、54は波長対応部、55はアンド回路(&)、56はオア回路(OR)である。

【0042】波長指定部51-1~51-Nは、例えば、図3の入力端子 $A_1 \sim A_N$  対応のもので、それぞれ同一構成を有し、レジスタ53には、送信光信号の使用波長情報SW1j-1~SW1j-nが設定される。この使用波長情報SW1j-1~SW1j-nは、例えば、光クロスコネクタ装置に於いては、上位装置からのクロスコネクタ情報に対応してレジスタ53に設定されることになる。

【0043】又波長指定部51-1に於いて、例えば、波長 $\lambda_1$ を使用する使用波長情報SW1j-1がレジスタ53に設定され、他の波長指定部51-2~51-Nに於いては、他の波長を使用する使用波長情報がレジスタ53に設定されているとすると、SW1j-1と $\lambda_1$ とのアンド条件で“1”がオア回路56に入力される。又他の波長指定部に於いて波長 $\lambda_3$ を使用波長として指定すると、合成部52から出力される波長収容ベクトルは、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_3$ を使用波長とする“101...0”となる。

【0044】図8は本発明の実施の形態の衝突検出部の説明図であり、61-1~61-3は波長指定部、62は検出部、63はレジスタ、64は波長対応部、65~68はアンド回路(&)、69~71はオア回路(OR)である。波長指定部61-1~61-3は図示を省

略しているが、更に多数設けられるもので、それぞれ図7の波長対応部51-1~51-Nに対応し、同一構成を有するものであるから、図7の波長対応部51-1~51-Nからの出力信号を検出部62に入力する構成とすることができる。

【0045】検出部62は、例えば、波長指定部61-1, 61-2からの波長 $\lambda_1$ の指定出力信号をアンド回路66とオア回路68とに入力し、同時に両方が波長 $\lambda_1$ を指定している場合は、アンド回路66の出力信号が“1”となり、オア回路71を介して“1”の衝突検出信号が出力される。

【0046】又波長指定部61-1, 61-2の何れか一方が波長 $\lambda_1$ を使用し、又波長指定部61-3, 62-4の何れか一方が波長 $\lambda_1$ を使用した場合、オア回路69, 70の出力信号が共に“1”となり、従って、アンド回路68の出力信号が“1”となって、オア回路71を介して“1”の衝突検出信号が出力される。

【0047】従って、波長指定部の個数に対応した論理回路構成とすることにより、容易に衝突検出を行うことができる。又複数の方路対応の前述の波長収容ベクトルを検出部62に入力する構成とすることにより、同一波長の光信号の衝突の有無を容易に判定することができる。この衝突検出部は、端局装置のみでなく、挿入や分岐を行う光クロスコネクタ装置やADM装置にも設けて、衝突検出時に、監視制御信号により端局装置へ通知することができる。

【0048】図9は本発明の実施の形態の波長収容ベクトルによる状態管理の説明図であり、75は光クロスコネクタ装置又はADM装置、76~81は光増幅器(OA)、82は光クロスコネクタ部又はADM部、 $*\lambda_{B1} \sim * \lambda_{B3}$ は波長収容ベクトル、 $*\lambda_{R1} \sim * \lambda_{R3}$ は受信状態ベクトルを示す。なお、波長収容ベクトル及び受信状態ベクトルを処理する制御構成は図示を省略している。

【0049】前述のように、対向する装置から送信した波長収容ベクトル $*\lambda_{B1} \sim * \lambda_{B3}$ を受信し、受信波長を示す受信状態ベクトル $*\lambda_{R1} \sim * \lambda_{R3}$ を形成して対向する装置へ送信した時、例えば、 $*\lambda_{B1} = * \lambda_{R1}$ であると、対向した装置に於いては、光クロスコネクタ装置75に於いて正常な受信が行われたことが判る。又 $*\lambda_{B1} \neq * \lambda_{R1}$ の場合は、異常が発生していることが判ると共に、何れの波長が正常に受信されていないかも判る。

【0050】又 $*\lambda_{B1} \neq * \lambda_{R1}$ の場合に於いて、 $*\lambda_{B2} = * \lambda_{R2}$ ,  $*\lambda_{B3} = * \lambda_{R3}$ の場合に、 $*\lambda_{B1} - * \lambda_{R1} = * \lambda_{B1}$  (即ち、 $* \lambda_{R1} = 0$ ) となると、光増幅器76の障害発生と判定することができる。この場合、光増幅器76の障害発生により総ての波長を正常に受信できなくなるから、受信状態ベクトル $*\lambda_{R1}$ は、総ての要素が“0”となる。

【0051】同様に、各方向の波長収容ベクトル $*\lambda_{B2}$ ,  $* \lambda_{B3}$ と、受信状態ベクトル $* \lambda_{R2}$ ,  $* \lambda_{R3}$ とを

基に、障害発生の有無の判定と、障害発生時の障害箇所との判定とが可能となる。又光クロスコネクタ部82に於いて点線矢印のように分岐した光信号が存在する場合、光増幅器78を介して送出する波長収容ベクトルと、光増幅器81を介して送出する波長収容ベクトルとは、光増幅器76を介して受信した波長収容ベクトルの分割したものに相当し、従って、その場合の対向装置からの受信状態ベクトルを併合することにより、光増幅器77を介して対向装置へ送出する受信状態ベクトル $* \lambda_{R1}$ と同一となれば、何れも正常に受信されたことが判る。しかし、同一とならない場合は、何れの波長を何れの方向に分岐したかの情報は光クロスコネクタ部82の制御の為に保持されているから、異常発生の波長に対応した光増幅器又は対向装置の障害と判定することができる。

【0052】又一部の波長対応の障害の場合、例えば、 $|* \lambda_{B1} - * \lambda_{R1}|^2$ の処理によって、異常発生波長数を判定することができる。即ち、正常時は前述のように0となり、それ以外の場合は障害発生と判定することができる。

【0053】又或る波長の光信号の経路を検索する場合は、検索する波長に該当するビットを“1”とした検索波長ベクトル $* \lambda_s$ を生成して送出する。例えば、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に於ける波長 $\lambda_3$ の光信号の経路を検索する場合、検索波長ベクトルは、“00100...0”とする。この検索波長ベクトル $* \lambda_s$ が通過する経路の光クロスコネクタ装置等の装置は、この検索波長ベクトル $* \lambda_s$ を次段の装置に送出すると共に、内部処理部48 (図6参照)に受信方向を示すフラグを設定し、自装置のIDと検索波長ベクトル $* \lambda_s$ とを、フラグにより示される受信方向に送出する。従って、検索波長ベクトル $* \lambda_s$ の送信端局装置では、受信したIDにより検索波長の経路を識別することができる。

【0054】図10は本発明の実施の形態の監視制御信号のフォーマット説明図で、(A), (B), (C)は、或る波長の光信号の経路を探索する為の監視制御信号の要部を示し、(D)は監視制御信号の全体の一例のフォーマットを示す。(A)~(D)の各フィールドに於いて、C/Rは例えば“1”でコマンド、“0”でレスポンスを示す表示ビット、Fはフレーム同期ビット、AISは警報表示信号、DCCはデータ通信チャネル(Data Communication Channel)、E1Lは回線のオーダワイヤ、OWCはマスタ局でオーダワイヤをカットするオーダワイヤカット、モードは各種のモードを指定するモード指定フィールド、コード1, コード2は、ベクトル1, ベクトル2が波長収容ベクトルや受信状態ベクトル等のベクトル種別を表示する種別表示フィールド、カウンタはバス検索等に於ける経路に沿った装置をカウントアップするカウンタ・フィールド、IDは中継器や光クロスコネクタ装置等の識別番号フィールドである。

【0055】又モードは、例えば、(1)通常モード、(2)パス検索モード、(3)ルート検索1モード、(4)ルート検索2モード、(5)フラグリセットモード、(6)データリンク網/端設定モード、(7)検索要求モード、(8)受信通知モード、(9)完了通知モード、(10)事前通知モード、(11)受信確認要求ビット、(12)マスタ局通知ビット、(13)エラー通知ビット、(14)ADM解除/ロックビットがあり、モード指定フィールドに設定することになる。

【0056】或る波長の光信号の経路を探索する場合、例えば、(A)に示す表示ビットC/Rを“1”としてコマンドであることを表示し、次の検索波長ベクトル格納フィールドに、検索波長ベクトル\*λsを設定し、中継器・端局装置ID格納フィールドは空きとした監視制御信号を送出する。(D)に示す監視制御信号のフォーマットでは、C/Rは同一であり、検索波長ベクトル格納フィールドは、コード1とベクトル1とが対応し、中継器・端局装置ID格納フィールドは、コード2とベクトル2とが対応する。

【0057】この検索波長ベクトル\*λsを含む監視制御信号を受信した光クロスコネクタ装置等の装置は、中継器・端局装置ID格納フィールドに自装置のIDを設定し、表示ビットC/Rを“0”としてレスポンスであることを表示して返送する。従って、前述のように、レスポンスの中継器・端局装置ID格納フィールドに設定されたIDにより、検索波長の光信号の経路を識別することができる。

【0058】又(B)はカウンタ・フィールドを設けた場合を示し、或る波長の光信号の経路を探索する為の送信部は、カウンタ・フィールドの初期値を0とし、前述のように、表示ビットC/Rを“1”としてコマンドを表示し、検索波長ベクトル格納フィールドに検索波長ベクトル\*λsを設定した監視制御信号を送出する。

【0059】この監視制御信号を受信した光クロスコネクタ装置等の装置は、カウンタ・フィールドの値を+1して、次段の装置へ転送し、且つ受信した監視制御信号の表示ビットC/Rを“0”としてレスポンスとし、中継器・端局装置ID格納フィールドに自装置のIDを設定して返送する。従って、送信側では、カウンタ・フィールドの値により経路の順番を、又IDにより経路の装置を識別することができる。

【0060】又(C)は更にモードを設定するフィールドを設けた場合を示し、例えば、通常モードに設定し、検索波長ベクトル又は波長収容ベクトル格納フィールドには波長収容ベクトルを設定し、表示ビットC/Rを“1”とし、カウンタ・フィールドの値を0として送出すると、中継器・端局装置ID又は受信状態ベクトル格納フィールドに、受信波長を示す前述の受信状態ベクトルを設定し、表示ビットC/Rを“0”とし、カウンタ・フィールドが転送装置数に対応した値として受信する

ことができ、送信波長の光信号の受信状態を識別することができる。

【0061】又モード設定フィールドにパス検索モードを設定して、(B)について説明したように、検索波長ベクトルを設定して送出すると、中継器・端局装置ID又は受信状態ベクトル格納フィールドには、IDが設定されて返送されることになり、前述のように、カウンタ・フィールドの値を含めて検索波長の光信号の経路を検索することができる。

【0062】従って、一般的には、(D)に示すフォーマットの監視制御信号とし、例えば、コード1とベクトル1とを、検索波長ベクトル格納フィールド又は波長収容ベクトル格納フィールドとし、コード2とベクトル2とを、中継器・端局装置ID又は受信状態ベクトル格納フィールドとすることにより、端局装置間等の装置間の光信号の送受信状態、使用可能波長の検索、光信号の伝送経路の検索等を行うことができる。

【0063】前述のように、波長収容ベクトルを用いて使用波長数を通知し、光増幅器に於ける利得制御に利用することができる。この波長収容ベクトルの要素が、波長の増加、減少によって変更になった時に、光増幅器の自動レベル制御等の制御の変更を行うことになるが、例えば、保護段数として所定回数連続して同一の波長収容ベクトルを受信した時に、波長数が正規に変更されたと判定して、光増幅器の制御の変更を行うこともできる。

【0064】又波長収容ベクトルを伝送する為の監視制御信号が何らかの原因により断となる場合がある。このような障害が発生した場合、この監視制御信号を転送すべき下流側に、障害発生を通知する為の監視制御信号を生成して送出することになる。その場合、下流側の光増幅器は、前の状態を維持する。即ち、障害発生を示す監視制御信号に含まれる波長収容ベクトルをマスクし、正常時の監視制御信号に含まれる波長収容ベクトルを保持することにより、前の状態で光増幅器を制御することができる。これは、使用波長数の増減がないにも拘らず、監視制御信号の異常発生により使用波長数が不明確となった場合、光増幅器が異常動作状態とならないように、前の制御状態を維持させるものである。

【0065】又光伝送路の切断事故等により主信号を含めて監視制御信号も断となった場合は、光増幅器は入力光信号が零の為に、設定された出力レベルとなるように励起光パワーを増加することになる。そこで、主信号断の条件により、波長収容ベクトルの要素をオール“0”とし、光増幅器の動作を停止させる。即ち、励起光を発生する半導体レーザの動作を停止させて、光増幅器を保護する。

【0066】又送信端局装置で使用波長を増加する場合又は減少させる場合、監視制御信号により予め増加又は減少を光増幅器に通知し、予め設定された時間内に徐々に変更後の使用波長数に対応した光出力レベルとなるよ

うに制御して、送信端局装置に於ける実際の使用波長の増加又は減少を行うことができる。

【0067】その場合に、例えば、使用波長を増加する時に、光増幅器が飽和状態となる可能性がある。このような状態が発生した光増幅器が存在した場合、徐々に光出力レベルを変更する制御過程に於いて、元の制御状態に復帰するように制御し、且つ監視制御信号により光増幅変更異常を送信端局装置へ通知する。送信端局装置は、波長の増加の中止し、各光増幅器にその旨を通知する。それにより、光増幅器の異常状態となるのを未然に防止する。このような光増幅器側の制御は、例えば、光増幅制御部4b（図1参照）に於いて行うことができる。

【0068】図11は光クロスコネクタ装置と監視制御信号の分岐、挿入の説明図であり、90は光クロスコネクタ部（OXC）又は挿入分岐部（ADM）、91～98は光増幅器（OA）、99～102は合波部（WM）、103～107は分波部（WD）、A1～A4は出力端子、B1～B4は入力端子、①～④は監視制御信号の挿入及び分岐を示す。

【0069】例えば、入力端子B1からの波長多重光信号から監視制御信号を分波部104により分波し、又監視制御信号を合波部99により波長多重光信号の主信号に合波して、出力端子A1から送出する。光クロスコネクタ部90は、例えば、入力端子B1からの波長多重光信号についてクロスコネクタ情報に従って出力端子A2、A3、A4を選択し、又波長変換を行うものである。又ADM装置とした場合は、例えば、入力端子B1からの波長多重光信号を、宛先情報等に従って波長対応に分波し、他の入力端子からの主信号に合波して、出力端子A2～A4に分配送出することになる。

【0070】図12は監視制御信号制御部の説明図であり、110はベクトル処理部、111～114は監視制御信号処理部であり、①～④は図11の①～④に対応し、合波する監視制御信号及び分波した監視制御信号を示す。例えば、前述の入力端子B1（図11参照）からの波長多重光信号から分波した監視制御信号は、監視制御信号処理部111に入力され、例えば、波長収容ベクトルを抽出してベクトル処理部110に転送する。

【0071】ベクトル処理部110は、各方路からの波長収容ベクトルと、各方路へ送出する波長多重光信号の使用波長を基に、パス行列を用いて新たな波長収容ベクトルを生成し、監視制御信号処理部111～114に於いて監視制御信号の所定のフィールドに設定して送出する。例えば、監視制御信号処理部111からの監視制御信号は、合波部102に於いて主信号に合波され、出力端子A1から光伝送路に送出される。

【0072】図13は使用可能波長の検索説明図であり、121～125は例えば図12に示す監視制御信号制御部を含む端局装置、光クロスコネクタ装置、ADM

装置、中継器等の装置であり、（A）に示すように、装置121から装置122に対する波長収容ベクトルは“1001”、装置122から装置123に対する波長収容ベクトルは“1100”、装置123から装置124に対する波長収容ベクトルは“1111”、装置122から装置125に対する波長収容ベクトルは“0101”、装置125から装置124に対する波長収容ベクトルは“1100”の場合、波長収容ベクトルの第1番目の要素に相当する波長の光信号により、装置121から装置123を経由して装置124に光信号を送出している場合に相当する。

【0073】又正常に受信できた場合の受信状態ベクトルは、装置124から装置123に対して“1111”、装置123から装置122に対して“1100”、装置122から装置121に対して“1001”となるから、装置121は、波長収容ベクトルと同一の受信状態ベクトルを受信することにより、正常な通信が行われていると判定することができる。

【0074】前述のような通信状態に於いて、例えば、装置122、123間の回線断が生じた場合、装置122、125間の波長収容ベクトル“0101”と、装置125、124間の波長収容ベクトル“1100”とから、第3番目の波長を使用することにより、装置121から装置125経由で装置124に送信できることが判る。

【0075】このような使用可能波長を装置121に於いて識別する手段は、（B）に示すように、装置121の未使用波長を示すベクトル、即ち、波長収容ベクトル“1001”の反転要素のベクトル（未使用波長を示すベクトル）“0110”を波長検索ベクトルとして、監視制御信号により送出する。その場合、図10の例えば（D）に示すフォーマットのモード・フィールドに検索モードを設定し、C/Rフィールドを“1”とし、コード1とベクトル1とのフィールドに、波長検索ベクトルを挿入する。

【0076】装置122は、装置123との間の波長収容ベクトル“1100”を反転したベクトル“0011”と受信した波長検索ベクトル“0110”との要素対応のアンド条件を、次段の装置に対する波長検索ベクトル“0010”として装置123へ送出し、同様に、装置125との間の波長収容ベクトル“0101”を反転したベクトル“1010”と受信した波長検索ベクトル“0110”との要素対応のアンド条件を、次の波長検索ベクトル“0010”として装置125へ送出する。

【0077】又装置123は、装置124との間の波長収容ベクトル“1111”の反転ベクトル“0000”と、受信した波長検索ベクトル“0010”との要素対応のアンド条件はオール“0”となるから、この場合は、使用可能な波長がないことを示すことになる。又装

置125は、装置124との間の波長収容ベクトル“1100”の反転ベクトル“0011”と受信した波長検索ベクトル“0010”との要素対応のアンド条件の波長検索ベクトル“0010”を、装置124に送出する。

【0078】装置123は、受信した波長検索ベクトル“0010”を装置121にレスポンスとして送出する。例えば、図10の(D)のフォーマットに於いて、C/Rフィールドを“0”とし、コード2とベクトル2とに波長検索結果のベクトルを挿入して送出する。装置121は、この波長検索結果のレスポンスにより、第3番目の波長を使用して、装置125経由で装置124とに対する通信を継続できることが判る。

【0079】前述のように、波長検索ベクトルを用いることにより、障害発生時の使用可能波長及びレスポンスに含まれるIDによって迂回経路の装置の検索が可能となる。その場合、波長検索ベクトルを受信した方向に、検索結果を返送する必要があるから、受信した方向を記憶しておく必要があり、又迂回経路を形成する場合に、波長検索結果を利用することが可能となる。そこで、受信方向記憶部を各装置121~125に設け、内部フラグ処理として迂回経路形成等の制御を行うことができる。

【0080】図14は受信方向記憶部の説明図であり、図11、図12に示すような4方向に対して送受信できる光クロスコネクタ装置、ADM装置等の装置の場合の要部を示す。同図に於いて、131~134は返信・検索モード受信検出部、135~138は方向1~4（光伝送路）対応の送受信部、FF1C~FF4C、FF1R~FF4Rはフリップフロップであり、FF1C~FF4Cは検索コマンドを受信した方向を記憶する為の内部フラグ、FF1R~FF4Rは検索コマンドに対するレスポンスを受信した方向を記憶する為の内部フラグに相当する。

【0081】例えば、方向4から検索モードの監視制御信号を送受信部138が受信し、返信・検索モード受信検出部134に於いて検索モードを検出すると、フリップフロップFF4Cをセットして、検索モード受信方向を記憶する。そして、例えば、ベクトル処理部110（図12参照）に於いて、受信した波長検索ベクトルと、各方向対応の波長収容ベクトルを反転したベクトルとの要素対応のアンド条件の次段に対する波長検索ベクトルを生成し、受信した方向以外のそれぞれの方向の送受信部135~137から送出する。

【0082】この送出した波長検索ベクトルに対するレスポンス（C/R=“0”）を、例えば、方向1から受信した場合、フリップフロップFF1Rをセットしてレスポンス受信方向を記憶し、フリップフロップFF1C~FF4Cの中の検索モード受信方向を記憶しているフリップフロップFF4Cに従って、方向4の送受信部1

38からレスポンスを送出し、フリップフロップFF4C、FF1Rをリセットする。

【0083】この場合、波長検索と共に切替えを行う場合、レスポンスによる使用可能波長に対応した光クロスコネクタ装置、ADM装置等の装置に於ける使用波長情報SW1j-nを設定した後に、フリップフロップFF4C、FF1Rをリセットすることができる。又波長検索ベクトルに対するレスポンスにより、波長λ1が使用可能であることが判った時に、波長検索ベクトルと共に送出したコマンドが経路切替指示を含む場合、例えば、方向4から方向1へ波長λ1の光信号を送信する場合、使用波長情報SW1j-1~SW1j-nとして、使用波長情報をSW41-1とし、方向1への波長収容ベクトルを“1.....”とすることになる。即ち、波長検索と共に迂回経路への切替えを行うことができる。

【0084】なお、経路切替指示を含まない場合は、波長検索のみを行うものである。このような波長検索に於ける経路切替を行うか否かをコマンドにより指示し、その指示の有無を内部フラグとしてセットすることができる。又この内部フラグや前述の受信方向を記憶するフリップフロップ（内部フラグ）を総てリセットして初期状態とするコマンドを用いることも可能である。例えば、経路切替の処理後に、誤動作を防止する為に内部フラグのリセット制御を行うことができる。

【0085】図15は網/端選択設定の説明図であり、141、142は光クロスコネクタ装置、ADM装置等の装置、143、144は網/端選択設定部、145~149は回線を示す。監視制御信号にデータ通信チャネルDCCを設ける場合、LAPB（Link Access Procedure Balanced）やLAPD（Link Access Procedure on the D channel）のようなプロトコルを用いることになるが、その場合は、網/端の設定が必要となる。

【0086】例えば、回線145、146を両側に接続した装置141又は回線147、148を両側に接続した装置142の場合は、ウエスト（W）側を端末側、イースト（E）側を網側として設定することができる。しかし、図示のように、T型接続構成或いは更に回線数が多いスター型接続構成の場合、ウエスト側とイースト側とのように単純に設定することが困難となる。

【0087】そこで、データリンクを形成する為の接続要求を先に送出した装置を網側とし、その接続要求を受信した装置を端末側とする手段が考えられる。しかし、同時に両方から接続要求を送出すると、データリンクを形成することができないことになる。このような場合、それぞれ乱数発生手段を設けて、同時に接続要求を送出したことにより、データリンクを形成できない場合は、それぞれの乱数発生手段による乱数に従った時間をおいて再度接続要求を送出する手段が考えられる。その場合も、装置立上げからデータリンクを形成する迄の時間

は、両方の乱数発生内容に依存し、確実性が小さい欠点がある。

【0088】そこで、図10に示す監視制御信号のIDを利用する。例えば、図15に於いて、装置141のIDを(ID141)、装置142のIDを(ID142)とすると、データリンクを形成する時に、対向する装置141、142間で装置IDの値の大小を比較し、この場合、(ID141) < (ID142)の大小関係となるから、例えば、装置141を端末側、装置142を網側に選択設定することができる。従って、データリンクを確実に形成することが可能となる。

【0089】又端局装置が複数存在するネットワークに於いて、前述の波長検索や経路検索等を各端局装置が任意に実行すると、誤りが発生する可能性があるから、その場合にマスタ局を選定し、マスタ局以外をスレーブ局とし、マスタ局により検索波長ベクトルを用いたパス検索、ルート検索等の検索を行うか、又はマスタ局の許可を受けてスレーブ局に於いて行うように構成する。例えば、図13に示す構成の場合に、装置122をマスタ局に選定すると、他の装置121、123～125がスレーブ局となり、このマスタ局により検索波長ベクトルを用いたパス検索等を管理することになる。

【0090】又前述のマスタ局に障害が発生する可能性がある。その場合に、他のスレーブ局をマスタ局とするものである。そこで、マスタ局は、正常性を定期的に各スレーブ局に通知する。この定期的な通知がない場合、マスタ局の異常と判定して、予め設定した順序又は前述の装置IDの比較等によってスレーブ局をマスタ局として、前述の管理を行わせる。

【0091】図16、図17及び図18は本発明の実施の形態の動作モードと監視制御信号の説明図であり、図16に於いては、動作モードとして、通常モード、パス検索モード、ルート検索1モード(切替無し)、ルート検索2モード(切替有り)の場合について、監視制御信号(図10の(D)参照)のモード・フィールドと、C/Rフィールドと、コード1、ベクトル1、コード2、ベクトル2のフィールドと、カウンタ・フィールドと、IDフィールドとを示す。又Xは任意の値を取り得ることを示す。

【0092】図16に於いて、通常モードの場合、モード・フィールドの下位4ビットを例えばオール“0”とし、波長収容ベクトル又はこれと共に受信状態ベクトルを生成し、C/R=“1”として送出する。即ち、対向する装置間に於いて、相手装置に送出する波長収容ベクトルと、相手装置から受信した波長を示す受信状態ベクトルとを送出する。

【0093】又パス検索モードの場合、モード・フィールドを“%XX00001”とし、C/R=“1”とし、検索対象波長ベクトル(前述の検索波長ベクトルと同一)を生成し、カウンタ・フィールドを“0”として

送出する。又この検索対象ベクトルの転送は、バス行列変換後のベクトルを検索対象波長ベクトルとし、コード2とベクトル2とのフィールドに、カウンタ・フィールドの受信値をセットし、カウンタ・フィールドを受信値に+1した値をセットし、IDフィールドに受信したIDをセットして送出する。

【0094】この検索対象波長ベクトルに対する応答は、C/R=“0”とし、コード1とベクトル2とのフィールドに受信した検索対象波長ベクトル、コード2とベクトル2とのフィールドに受信検索対象波長ベクトル(前述の検索結果ベクトル)をそれぞれセットし、カウンタ・フィールドに受信した値をセットし、IDフィールドに自局IDをセットして送出する。又この応答を転送する各装置では、受信した値をそのまま転送する。

【0095】又ルート検索1モードの場合、モード・フィールドを“%XX00010”とし、C/R=“1”とし、検索対象波長ベクトルを生成し、カウンタ・フィールドを“0”とし、IDフィールドに相手装置のIDをセットして送出する。この監視制御信号を受信して転送する装置は、コード1とベクトル1とのフィールドに、受信した検索対象波長ベクトルと前述の受信状態ベクトルとを基にバス行列変換したベクトルをセットし、カウンタ・フィールドは受信値に+1した値をセットし、IDフィールドは受信値をセットする。

【0096】又IDフィールドによって指定されたIDの装置に於いては、応答として、C/R=“0”、コード1、ベクトル1のフィールドに検索対象波長ベクトル、コード2、ベクトル2のフィールドに受信検索対象波長ベクトル、カウンタ・フィールドに受信値、IDフィールドに自局IDをそれぞれセットして送出する。この応答を受信中継転送する装置は、そのまま転送する。

【0097】又ルート検索2モードは、ルート検索1モードが切替無しであるのに対して、切替有りのモードであり、モード・フィールドを“%XX10010”とし、その他はルート検索1モードの場合と同様の内容とする。従って、このモード・フィールドによって、切替無しか有りを判定し、切替有りの場合は、応答の受信検索対象波長ベクトルに従って光クロスコネクタ装置等に於いて切替を行うことになる。

【0098】又図17に於いて、フラグリセット・モードは、受信方向記憶部のフリップフロップ等によるフラグをリセットする場合を示し、モード・フィールドを例えば“%XXX0011”とする。又網/端設定モードは、前述のデータリンク形成時を示し、モード・フィールドを、生成側と応答側とを同一の“%XXX0100”とし、IDフィールドにそれぞれ自局IDをセットする。又中継転送する場合のモード・フィールドを“%XXX0000”とし、IDフィールドはID以外の任意の値をセットする。

【0099】又検索要求モードの場合、モード・フィー



ルドを“%XXX0101”とし、生成（送信端局装置）側では、C/R=“1”とし、波長収容ベクトルと受信状態ベクトルとをセットし、又IDフィールドに自局IDをセットして送出する。これに対する応答及び中継転送する場合、C/R=“0”、IDフィールドに受信値、即ち、送信端局装置のIDをセットし、波長収容ベクトルと受信状態ベクトルとを含む監視制御信号として送出する。

【0100】又受信通知モードの場合、モード・フィールドを“%X1X0110”とし、C/R=“1”とし、IDフィールドに自局IDをセットして送出する。これを中継転送する場合は、受信した値を転送する。又完了通知モードの場合、設定処理等の完了を通知するので、モード・フィールドを“%X1X0111”、コード1、ベクトル1及びコード2、ベクトル2のフィールドに設定値、カウンタ・フィールドは最大値の例えば“1111”、IDフィールドに自局IDをそれぞれセットして送出する。中継転送する場合は、受信した値を転送する。

【0101】又図18に於いて、事前通知モードは、使用波長の増減の前に光増幅器に於ける制御を円滑に行う為のもので、モード・フィールドを“%XXX1001”とし、C/R=“1”、コード1、ベクトル1のフィールドに変更後の波長収容状態ベクトル（前述の波長収容ベクトルと同一）をセットし、IDフィールドに自局IDをセットして送出する。中継転送する装置は、受信した波長収容状態ベクトルをバス行列変換後のベクトルとして中継転送する。応答は、C/R=“0”とし、受信した波長収容状態ベクトルと、自局IDとをセットして送出する。

【0102】又マスタ局通知モードは、前述のマスタ局から複数のスレーブ局に対する通知を示し、モード・フィールドを“%XXXXXXXX”とし、他のフィールドの値も任意として送出する。又エラー通知モードは、モード・フィールドを“%1XXXXXXXX”とし、他のフィールドの値を任意として送出する。又受信確認要求モードは、モード・フィールドを“%X#XXXXXXXX”とし、他のフィールドは任意の値として送出する。

【0103】本発明は、前述の各実施の形態にのみ限定されるものではなく、種々付加変更することが可能であり、例えば、波長収容ベクトルとして、監視制御信号の光信号波長を含ませることも可能である。この場合、この波長λsに対応する要素は常に“1”となる。これが“0”となると、監視制御信号断を示すことになり、記憶してあるその直前の主信号の波長数に従った制御を光増幅器に対して行うことにより、主信号を継続して伝送することができる。

【0104】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、複数の波長をビット列と対応させた波長収容ベクトル、受信状

態ベクトル、検索波長ベクトル等のベクトルとして、光信号からなる監視制御信号によって主信号と共に、端局装置1、2、5、光クロスコネクタ装置3、中継器等の光伝送装置間で伝送し、前記ベクトルを対角要素とするバス行列による処理によって変換したベクトルを次段の光伝送装置に送信するもので、例えば、波長収容ベクトルは、使用波長対応のビットを“1”として表すことにより、“1”を加算することにより使用波長数を簡単に求めることができるから、光増幅器4の自動レベル制御を円滑に行い、波長数変更時にも高速に対応することが可能となる。又波長収容ベクトルを用いて、例えば、バス行列処理により同一波長の衝突を簡単に検出することが可能となる。

【0105】又受信波長を示す受信状態ベクトルを用いることにより、送信端局装置では、波長収容ベクトルと照合し、照合一致した受信状態ベクトルの送信元の端局装置の装置IDにより、正常に受信端局装置に対して送信できたことを確認することができる。又検索する波長を示す検索波長ベクトルを用いることにより、受信端局装置までの間で、その波長を使用可能であるか否か、又迂回経路を検索することができる。従って、新たに波長を増加する場合や障害発生により迂回経路を検索する場合に、迅速且つ容易に使用可能波長を見つけることができる。又その時に、使用可能波長と迂回経路とのレスポンスを途中の装置で認識して、検索結果に対応した切替えを実行することができる。即ち、障害復旧を迅速に行うことができる。

【0106】又データリンク形成の為のLAPD等のプロトコルに従って、網側と端末側とを設定する場合に、前述の装置IDを利用することにより、複雑なネットワーク構成の場合でも、対向装置間で容易に網／端設定を行うことができる。又複数の端局装置を含むネットワークに於いて、マスタ局を設定してバス検索、ルート検索等を行うことにより、重複する検索を防止することができる。又マスタ局が定期的にスレーブ局に、前述の監視制御信号を用いて正常状態を通知することにより、マスタ局の正常性をスレーブ局に通知し、マスタ局の障害発生を迅速に検出してスレーブ局の一つをマスタ局として、その後のネットワーク運用を安定に継続することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の波長多重光伝送システムの説明図である。

【図2】バス行列の説明図である。

【図3】バス行列による処理の説明図である。

【図4】本発明の実施の形態の送信部の説明図である。

【図5】本発明の実施の形態の受信部の説明図である。

【図6】本発明の実施の形態の光クロスコネクタ装置の説明図である。

【図7】本発明の実施の形態の波長収容ベクトル生成部

の説明図である。

【図 8】本発明の実施の形態の衝突検出部の説明図である。

【図 9】本発明の実施の形態の波長収容ベクトルによる状態管理の説明図である。

【図 1 0】本発明の実施の形態の監視制御信号のフォーマット説明図である。

【図 1 1】光クロスコネクタ装置と監視制御信号の分岐、挿入の説明図である。

【図 1 2】監視制御信号制御部の説明図である。

【図 1 3】使用可能波長の検索説明図である。

【図 1 4】受信方向記憶部の説明図である。

【図 1 5】網／端選択設定の説明図である。

【図 1 6】本発明の実施の形態の動作モードと監視制御

信号の説明図である。

【図 1 7】本発明の実施の形態の動作モードと監視制御信号の説明図である。

【図 1 8】本発明の実施の形態の動作モードと監視制御信号の説明図である。

【図 1 9】波長多重光伝送システムの説明図である。

【符号の説明】

1, 2, 5 端局装置

3 光クロスコネクタ装置

4 光増幅器

4 a 光増幅部

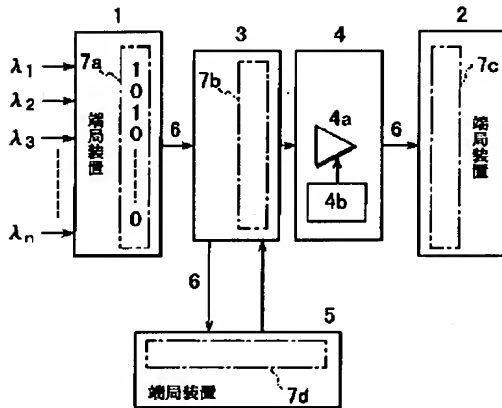
4 b 光増幅制御部

6 光伝送路

7 a ~ 7 d 波長収容ベクトル

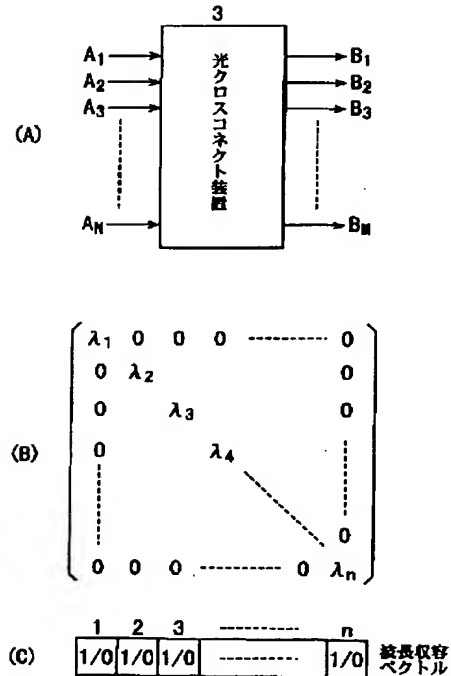
【図 1】

本発明の実施の形態の波長多重光伝送システムの説明図



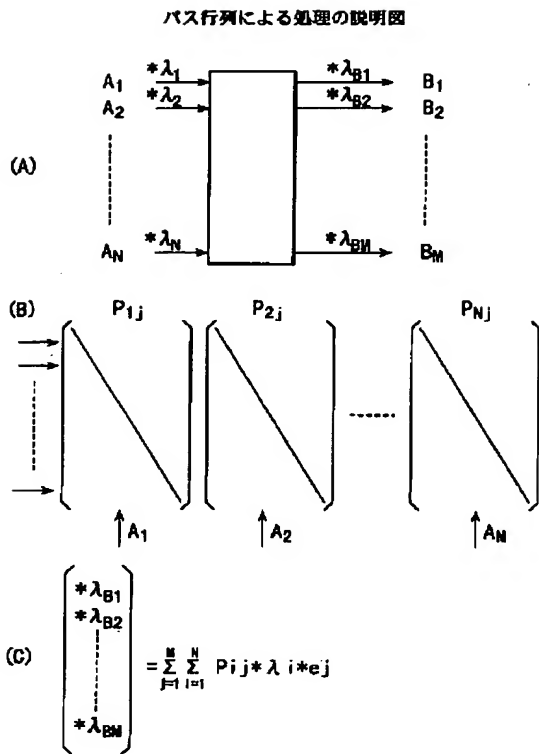
【図 2】

バス行列の説明図



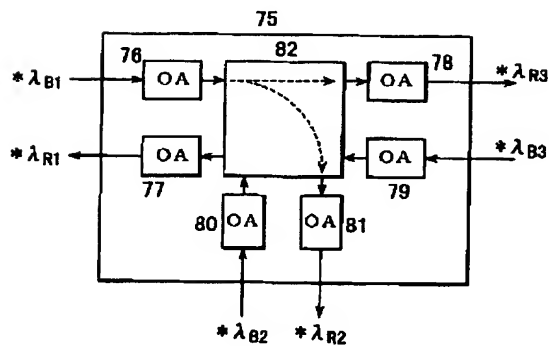


【図3】

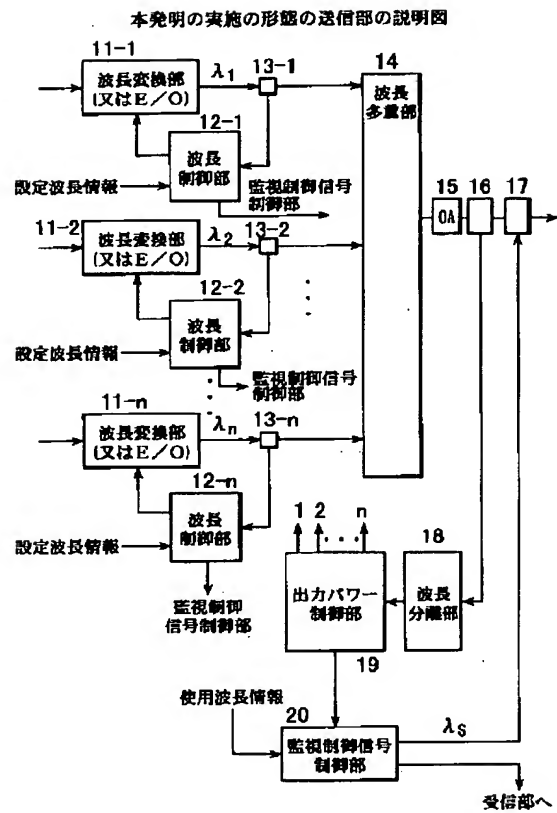


【図9】

本発明の実施の形態の波長収容ベクトルによる状態管理の説明図

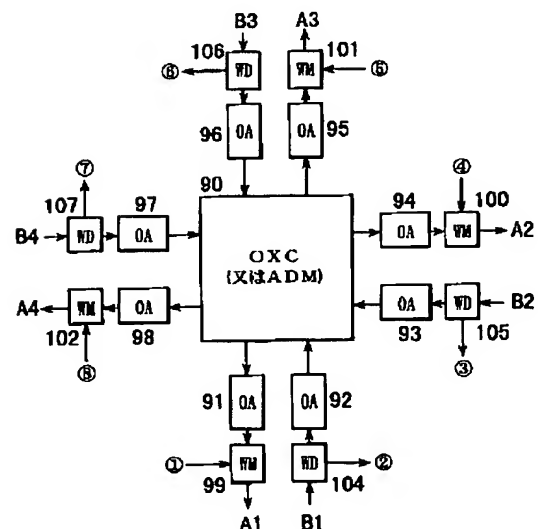


【図4】



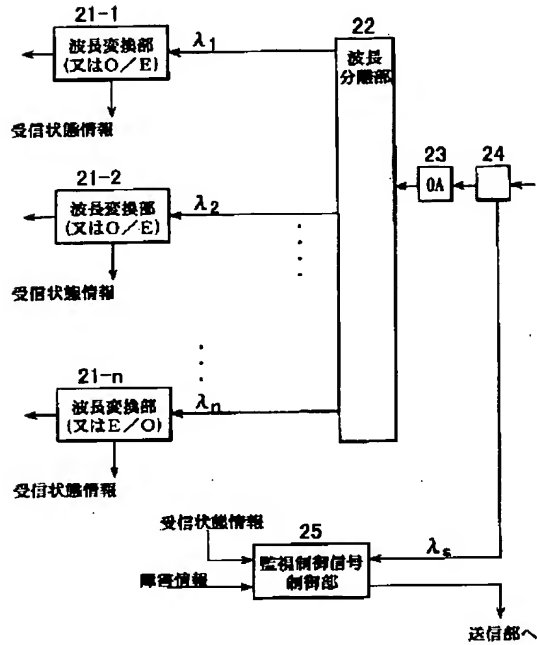
【図11】

光クロスコネクタ装置と監視制御信号の分岐、挿入の説明図



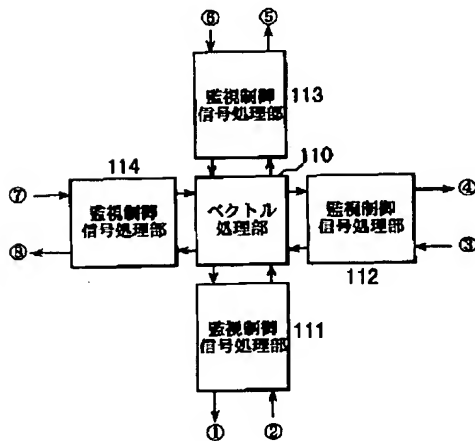
【図5】

本発明の実施の形態の受信部の説明図



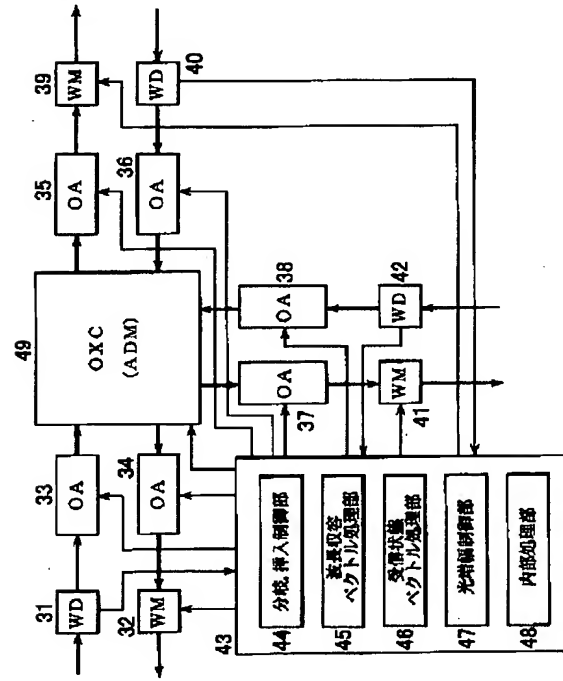
【図12】

監視制御信号制御部の説明図



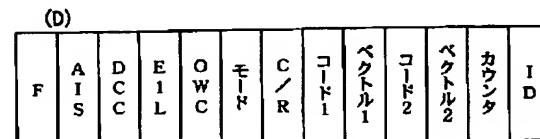
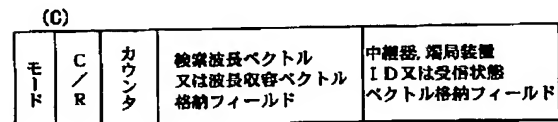
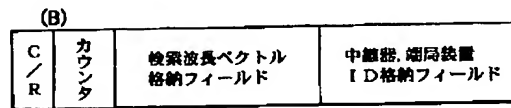
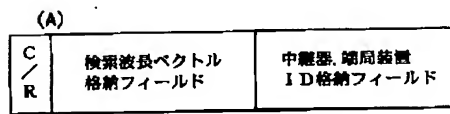
【図6】

本発明の実施の形態の光クロスコネクト装置の説明図



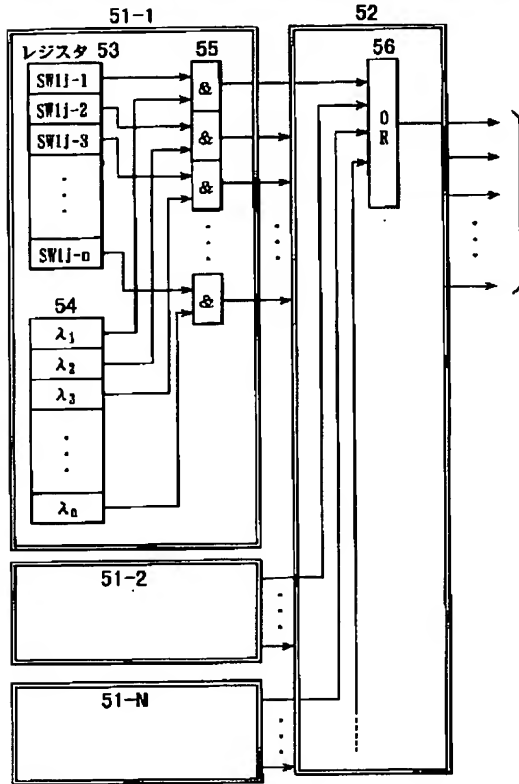
【図10】

本発明の実施の形態の監視制御信号のフォーマット説明図



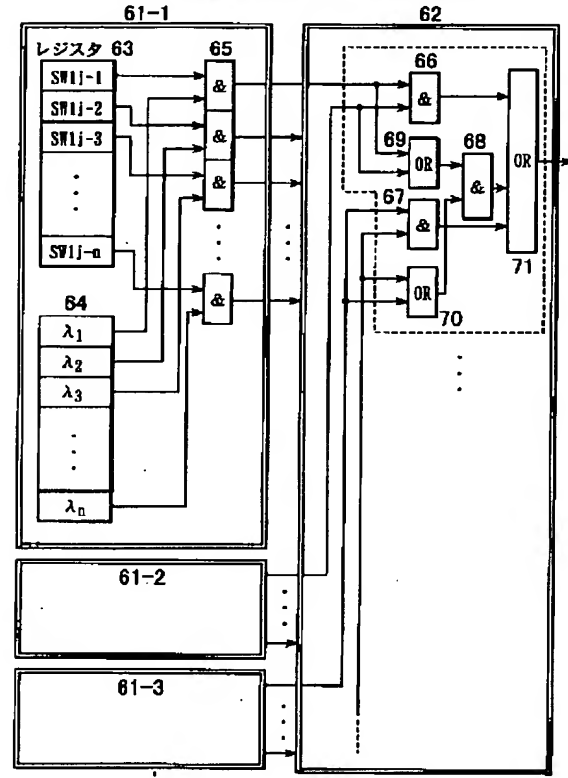
【図7】

本発明の実施の形態の波長収容ベクトル生成部の説明図



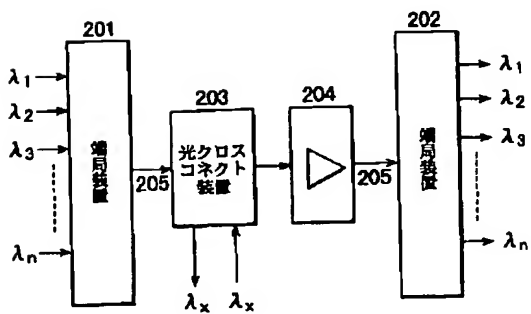
【図8】

本発明の実施の形態の衝突検出部の説明図



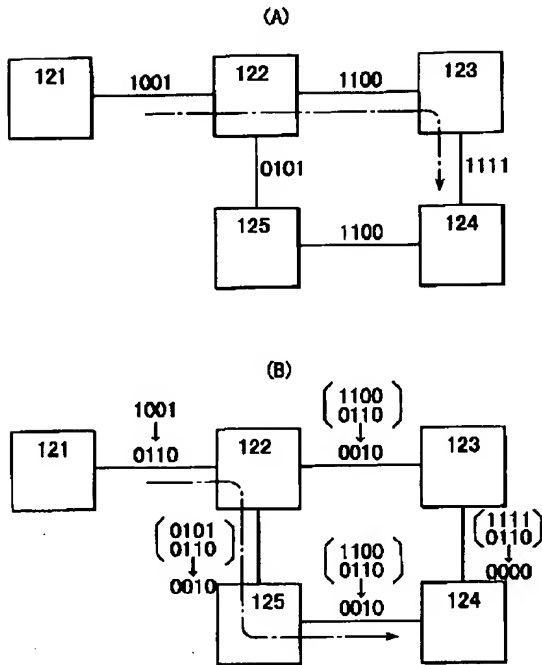
【図19】

波長多重光伝送システムの説明図



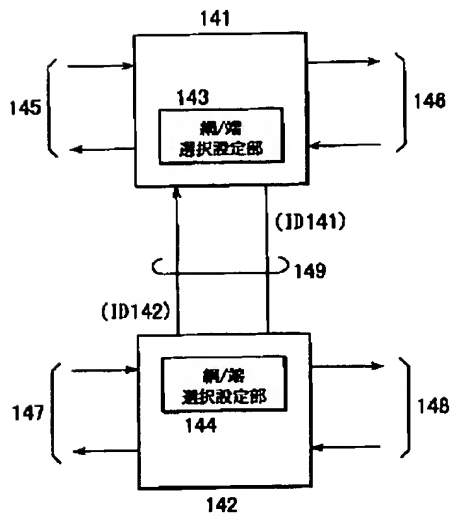
【図13】

使用可能波長の検索説明図



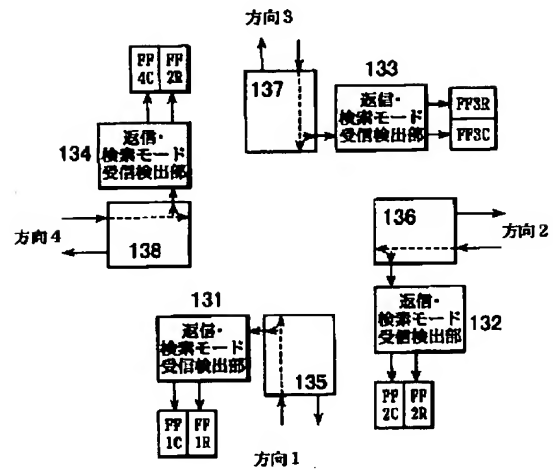
【図15】

網/端選択設定の説明図



【図14】

受信方向配線部の説明図



## 本発明の実施の形態の動作モードと監視制御信号の説明図

動作モード		内容	モード	C/R	コード1		コード2		カウンタ	ID
通常	生成	XXXX0000	1	波長収容ベクトル				受信状態ベクトル	XXXX	XX...X
	生成転送		1	波長収容ベクトル				受信状態ベクトル	XXXX	XX...X
	応答		—	—	—	—	—	—	—	—
	応答転送		—	—	—	—	—	—	—	—
パス検索	生成	%XX00001	1	検索対象波長ベクトル				XX... X	0000	XX...X
	生成転送	%XX=0XX では禁止	1	パス行列変換後のベクトル				受信値	受信値+1	受信値
	応答		0	検索対象波長ベクトル				受信検索対象波長ベクトル	受信値	自局ID
	応答転送		0	受信値				受信値	受信値	受信値
ルート検索1 (切替無し)	生成	%XX00010	1	検索対象波長ベクトル				XX... X	0000	相手先ID
	生成転送	%XX=0XX では禁止	1	パス行列変換後のベクトル				受信値	受信値+1	受信値
	応答		0	検索対象波長ベクトル				受信検索対象波長ベクトル	受信値	自局ID(自局ID)
	応答転送		0	受信値				受信値		受信値
ルート検索2 (切替有り)	生成	%XX10010	1	検索対象波長ベクトル				XX... X	0000	相手先ID
	生成転送	%XX=0XX では禁止	1	パス行列変換後のベクトル				受信値	受信値+1	受信値
	応答		0	検索対象波長ベクトル				受信検索対象波長ベクトル	受信値	自局ID(自局ID)
	応答転送		0	受信値				受信値		受信値

【図17】

## 本発明の実施の形態の動作モードと監視制御信号の説明図

動作モード	内容	モード	C/R	コード1		コード2		カウンタ	I D
				ベクトル1	ベクトル2	ベクトル1	ベクトル2		
フラグリセット	生成	XXX0011	1	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			XXXX	XX...X
	生成転送		1	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			XXXX	XX...X
	応答		—	—	—	—	—	—	—
	応答転送		—	—	—	—	—	—	—
網/端設定	生成	XXX0100	1	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			XXXX	自局 I D
	生成転送	XXX0000	1	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			XXXX	XX...X
	応答	XXX0100	0	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			XXXX	自局 I D
	応答転送	XXX0000	0	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			XXXX	XX...X
検索要求	生成	XXX0101	1	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			XXXX	自局 I D
	生成転送		1	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			XXXX	受信値
	応答		0	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			\$\$\$	受信値
	応答転送		0	波長収容ベクトル	受信状態ベクトル			受信値	受信値
受信通知	生成	XXIX0110	1	XX...X	X	XX...X	X	XXXX	自局 I D
	生成転送		1	XX...X	X	XX...X	X	XXXX	受信値
完了通知	生成	XXIX0111	1	設定値		設定値		1111	自局 I D
	生成転送		1	受信値		受信値		1111	受信値

【図18】

本発明の実施の形態の動作モードと監視制御信号の説明図

動作モード	内容	モード	C/R	コード			カウンタ	ID
				コード1	ベクトル1	ベクトル2		
事前通知	生成	%XXX1000	1		変更後の波長収容状態ベクトル	XX...	XXX	自局ID
	生成転送		1		パス行列変換後のベクトル	XX...	XXX	受信値
	応答		0		受信した波長収容状態ベクトル	XX...	\$\$\$	自局ID
	応答転送		0		受信値	XX...	\$\$\$	受信値
マスタ局通知	生成	%XXXXXX	X	XX...	X	XX...	XXX	XX...
	生成転送		X	XX...	X	XX...	XXX	XX...
エラー通知	生成	%1XXXXX	X	XX...	X	XX...	XXX	XX...
	生成転送		X	XX...	X	XX...	XXX	XX...
受信確認要求	生成	%X#XXXX	X	XX...	X	XX...	XXX	XX...
	生成転送		X	XX...	X	XX...	XXX	XX...
ADM解除	生成	%XX#XXX	X	XX...	X	XX...	XXX	XX...
	生成転送		X	XX...	X	XX...	XXX	XX...

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 B 10/17

10/16

H 0 4 Q 3/52